

# カヌー（カヤック）のパドルリングの動作分析

## Biomechanical Analysis of Paddling in the Kayakers

滝沢宏人\*・松岡弘記\*\*・原田康明\*\*\*

### 目的

昨今のアウトドアブームの中でカヌーを楽しむ人が増えてきている。競技種目としても2004年に日本でカヌーポロの世界選手権が行われる。カヌーの研究はその漕技術<sup>9)</sup>、動作時の筋電図の測定<sup>5)</sup>、カヌー選手の体力<sup>1)2)</sup>、トレーニング効果<sup>3)</sup>などに関する研究が行われている。しかしながらバイオメカニクスの研究は少ない。筆者らはレーシングカヌー（カヤック）の熟練者の漕動作を身体動作学的に分析することを試みた。

### 方法

研究方法は陸上でのパドルリング動作を2台のビデオカメラで撮影した。

最初に位置基準器を用いて、動作範囲を網羅するように27の点を決めて撮影した。次に被検者は陸上トレーニング用の艇に乗り、レーシングカヌーのカヤックのパドルリング（パドルで漕ぐこと）動作を数分練習した後、カヤックの500m競技を行っていることを想定して漕ぐようにした。この動作をビデオカメラで撮影した。被験者にはあらかじめ頭頂点、耳珠点・胸骨点・肩峰点、肘頭点・橈骨点・大転子点にランドマークを貼っていた。その動作の中の中間の1パドルリングを分析対象とし、動作分析器によって分析した。なお位置基準器、ビデオカメラ、動作分析器は㈱新大阪商会製であった。

被験者はレーシングカヌーの選手5名であり、年齢・身長・体重の平均値と標準偏差はそれぞれ $17.6 \pm 0.8$ 歳、 $170.2 \pm 4.1$ cm、 $64.6 \pm 8.2$ kgであり、平均経験年数と標準偏差は $5.4 \pm 0.8$ 年

であった。このうち2名は国体優勝者であり、3名は全国高校選手権出場者であった。

### 結果および考察

#### 1. パドルへの力の作用点となる手の動き

カヤックのパドルリング動作は図1に見られるように最初に前方で水を捕らえはじめるキャッチ、パドルで水をかき進行方向とパドルがほぼ垂直になるミドル、かき終えて水面からパドルが出てくるフィニッシュというポイントがある。左右この動作を行って1パドルリングという。

カヌーはパドルが水を押す力で推進力を得ている。そのパドルに力を加える力の作用点はパドルを把持する手指である。そこでここではまず橈骨点の前後方向の動きを見た。

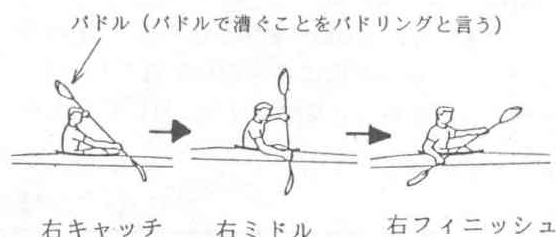


図1 カヤックのパドルリング

図2は橈骨点の前後方向の動きを見たものである。被験者の中で1番の熟練者のものである。右橈骨点がキャッチ、ミドル、フィニッシュと3つのポイントを経過しながら、進行方向前方から後方へ約70cm移動している。そのあと前方へ戻りはじめると、左の橈骨点がほぼ同じように前方から後方へキャッチ、ミドル、

\* 愛知大学経営学部助教授

\*\* 愛知大学現代中国学部助教授

\*\*\* 愛知大学法学部教授

フィニッシュを経過していくのがわかる。1パドリングで1.18秒を要している。

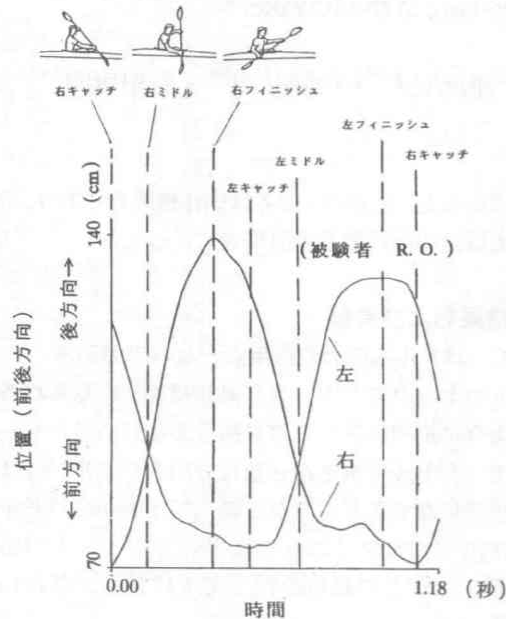


図2 橈骨点の前後方向の位置

次に前後、上下、左右方向への橈骨点の動きの範囲を表1に表した。被験者によって身長が異なるため、被験者の身長に対する動作範囲(%)で示している。

まず前後方向の動作範囲を見ると、左右のパドリング動作範囲に多少違いが見られるが、キャッチからミドルまで身長に対して10%前

後、ミドルからフィニッシュまで約25%の移動をしていた。次に上下方向の動作範囲を見た。キャッチからミドルにかけて右パドルは11.1%、左パドルは5.2%下方に移動させ、ミドルからフィニッシュにかけて20~25%程度上方にあげていた。左右方向を見ると、キャッチからミドルにかけて左右パドルは15~18%、ミドルからフィニッシュにかけて5%程度体の中心から離れるように移動させていた。

2. 体幹・肩・肘の関節の動き

次に前述のような橈骨点の動きはどのようにして生まれるのか、各関節をどのように動かして力の作用点である手指（ここでは橈骨点を見た）を動かしているのかを分析した。パドリングはほぼ長座姿勢なので上半身の動きを中心に見た。

最初に体幹の動きを分析した。図3は体幹の長軸方向のひねりを示している（両肩を結んだ線を頭上からみた場合の体幹のひねりを見た）。左右のパドリングともに、キャッチからフィニッシュにかけて左右に約50°~60°のひねりがあることがわかった。日本カヌー連盟<sup>7)</sup>によれば腕だけでなく体の捻転で漕ぐように練習することを示している。指導現場でも指導者が体のひねりを大きく使うように指導している場面を多く見かけるが、本実験による結果はそのひねりの量的な指標になり得るのではないかと思います。

表1 橈骨点の移動距離（身長に対する%）

左パドルで漕ぐ			右パドルで漕ぐ		
フィニッシュ ← ミドル ← キャッチ			ミドル → フィニッシュ		
← 距離% → ← 距離% →			← 距離% → ← 距離% →		
前後方向 (後方向を+)	25.3 (5.8)	9.4 (4.9)	13.8 (2.9)	24.1 (5.5)	前後方向 (後方向を+)
上下方向 (上方向を+)	24.7 (4.3)	-5.2 (2.5)	-11.1 (3.5)	21.3 (5.1)	上下方向 (上方向を+)
左右方向 (左方向を+)	6.8 (6.9)	15.2 (2.7)	17.6 (2.9)	4.0 (2.2)	左右方向 (右方向を+)

n = 5      平均値  
                 (標準偏差)

れる。

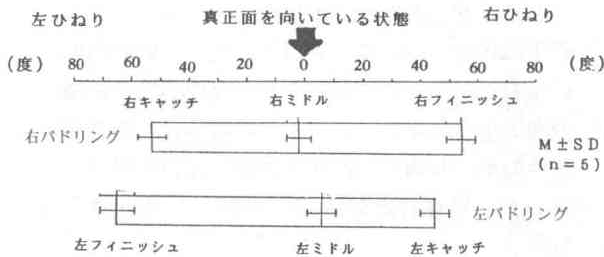


図3 体幹のひねりの角度  
(両肩峰点を結んだ線を頭上から見たとき)

次に肩関節の動きに着目した(図4)。腋の下の開き具合を大転子点と肩峰点と肘頭点のなす角度で見ることによって、肩関節の動きを把握することにした。この動きは上肢帯の筋肉の活動を大まかに見ることができる。図4を見るとキャッチとフィニッシュではほぼ同様に約80°~90°の値を示した。その中間のミドルのときは約40°~50°であり、キャッチ、フィニッシュの時よりも腋を閉めて漕いでいることが解った。腋の下の角度は分析したが、本実験では肩関節の内旋、外旋の動きは捉えることができなかった。

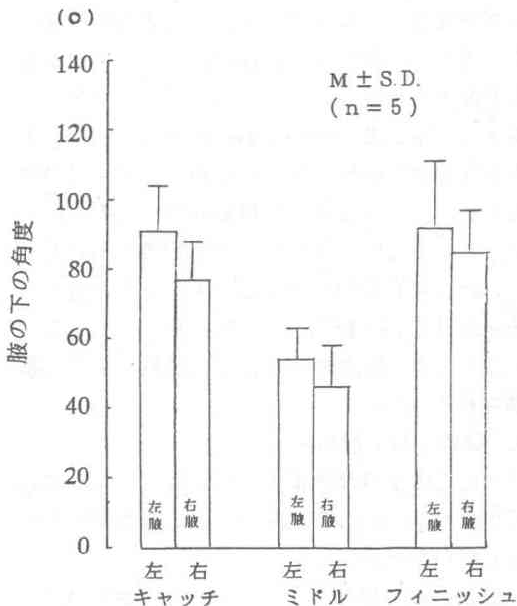


図4 腋の下の角度  
(大転子点—肩峰点—肘頭点のなす角度)

同様に肘関節の動きをみた(図5)。主に上腕の筋の活動をみることになる。キャッチの時約150°からミドル時約140°とあまり屈曲動作を行わず、ミドルからフィニッシュまでの間に約90°前後まで屈曲していくことが解った。Mann<sup>4)</sup>らはボートの1ストローク中、前進速度の最高はミドルとフィニッシュの間に出ると述べている。本実験の場合においてもミドルからフィニッシュまでの肘屈曲の力が推進力に大きく働いていることが予測される。

### 3. パドリングの左右差について

5人の被験者のそれぞれについて、右のパドリングと左のパドリングの違いを図6、図7、図8に示した。

図6は体幹のひねりの角度の左右差である。右の角度—(マイナス)左の角度の値で示している。ミドルについては左右差はほとんどない。キャッチでは10°以上右パドリングの方がひねりが大きくなっている者もいて、被験者5名とも右パドリングでのひねりが大きい。フィニッシュでは逆に全員が左パドリングの方のひねりが大きくなっている。図7は腋の下の角度の左右差を図6と同様に示している。キャッチ、ミドル、フィニッシュともに—(マイナス)

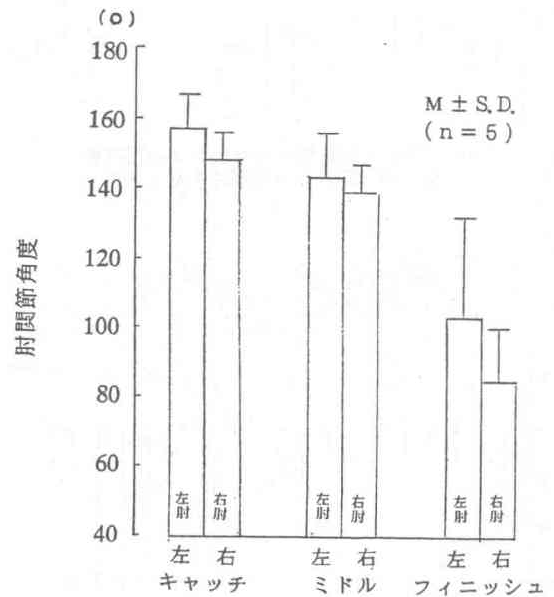


図5 肘関節角度

の値を示すものが多く、パドルング動作全体を通して、右の腋より左の腋のほうがより大きく空いている事が解る。図8の肘関節についても左右差が明らかに存在していることがわかる。

Stanley<sup>6)</sup>は漕者はバランスを取るために胴体の動きが制約されてしまうと述べている。又上野ら<sup>8)</sup>は利き手側のブレード（パドルの両端にある水をかく面状の部分）の動きはスムーズで

あるが、逆側のブレードは水中内で揺れてしまう漕者もいると述べている。本実験は陸上でのパドルングであるが、本被検者はパドルング動作中の体幹のひねり、腋の下の角度、肘の角度に左右差が明らかに存在した。実際の競技成績の向上を考えると、この左右差は矯正した方がよいのか、各個人の漕ぎ方の特徴なのか現場のコーチ、指導者との議論が必要となると考える。

## 要約

筆者らはレーシングカヌーの熟練者の漕動作を身体動作学的に分析することを試みた。

研究方法は陸上でのパドルング動作を2台のビデオカメラで撮影し、動作分析器で分析した。カヤックのパドルング動作の最初に前方で水を捕らえはじめるキャッチ、パドルで水をかき進行方向とパドルがほぼ垂直になるミドル、かき終えて水面からパドルが出てくるフィニッシュというポイントを参考点とした。その結果以下のことがわかった。

### 1. パドルへの力の作用点となる手の動き

パドルへ力を加える力の作用点は手指なのでまず橈骨点の前後、上下、左右方向への動きの範囲を見た。各被験者の身長に対する動作範囲をみると、前後方向の動作範囲はキャッチからミドルまで身長に対して10%前後、ミドルからフィニッシュまで約25%の移動をしていた。上下方向の動作範囲はキャッチからミドルにかけて5%~11%程度下方に移動させ、ミドルからフィニッシュにかけて20~25%程度上方にあげていた。左右方向を見ると、キャッチからミドルにかけて15~18%、ミドルからフィニッシュにかけて5%程度体の中心から離れるように移動させていた。

### 2. 体幹・肩・肘の関節の動き

次にこのような橈骨点の動きはどのようにして生まれるのか、各関節をどのように動かしているのかを分析した。

最初に体幹の動きを分析した。左右のパドルングともに、キャッチからフィニッシュにかけて左右に約50°~60°の体幹のひねりがあること

体幹のひねりの角度~パドルングの左右差

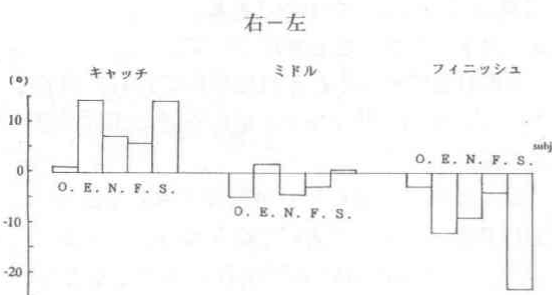


図6 体幹のひねりの角度~パドルングの左右差

腋の下の角度~パドルングの左右差  
(大転子点-肩峰点-肘頭点のなす角度)

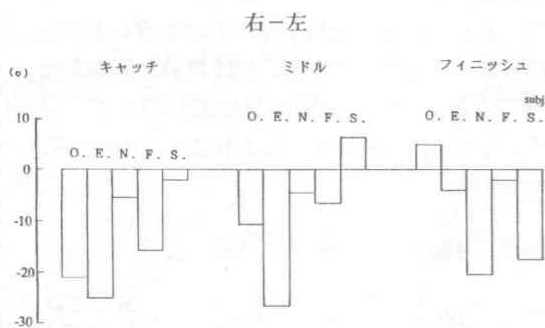


図7 腋の下の角度~パドルングの左右差  
(大転子点-肩峰点-肘頭点のなす角度)

肘関節角度~パドルングの左右差

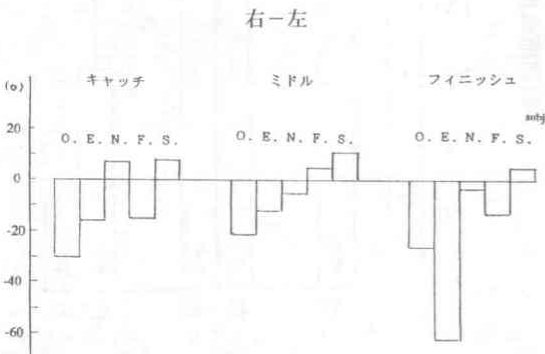


図8 肘関節角度~パドルングの左右差

がわかった。

次に腋の下の開き具合を大転子点と肩峰点と肘頭点のなす角度で見ることによって、肩関節の動きを把握することにした。キャッチとフィニッシュではほぼ同様に約 $80^{\circ}$ ～ $90^{\circ}$ の値を示した。その中間のミドルのときは約 $40^{\circ}$ ～ $50^{\circ}$ であり、キャッチ、フィニッシュの時よりも腋を閉めて漕いでいることが解った。

同様に肘関節の動きをみた。キャッチの時約 $150^{\circ}$ からミドル時約 $140^{\circ}$ とあまり屈曲動作を行わず、ミドルからフィニッシュまでの間に $90^{\circ}$ 前後まで屈曲していくことが解った。

### 3. パドリングの左右差

本被検者はパドリング動作中の体幹のひねり、腋の下の方度、肘の方度に左右差が生じているところが存在した。この左右差は矯正した方がよいのか、各個人の漕ぎ方の特徴なのか現場のコーチ、指導者との議論が必要となると考える。

本研究は愛知大学研究助成を受けて行われたものである。

### 参考文献

- 1) 広田公一：カヌー競技選手の体力調査報告。日本体育協会スポーツ科学研究委員会研究報告書、1964.
- 2) 祝孝治 他：本学のカヌー選手の最大酸素摂取量。日本体育大学体育研究所報、第11号：103-114, 1986.
- 3) 祝孝治 他：カヌー選手のパワーレーニングの効果。第42回日本体力医学会大会、1987.
- 4) Mann, Ralph V. and Jay T. Kearney: A biomechanical analysis of the Olympicstyle flatwater kayak stroke. Med. Sci. Sports Exercise, 12 (3): 183-188, 1980.
- 5) 岡本 勉, 他：筋力の伝達機構から見たカヌー漕法における所見。体育学研究, 9, (1), 1960.
- 6) Stanley, Plagenhoff: Biomechanical analysis of Olympic flatwater kayaking and Canoeing. Res. Quat., 50 (3): 443-459, 1979.
- 7) 財団日本カヌー連盟：水の安全教育 カヌーの手引き＝レーシングカヌー編＝, 1993.
- 8) 上野優子 他：レーシングカヌー漕の運動学的分析—女子カヤック選手を対象として—日本体育大学紀要, 17 (2): 103-107, 1988.
- 9) 高木公三郎 他：カヤックのストロークについて。日本体育協会スポーツ科学研究報集 1963.